

FWDによる舗装各層の弾性係数の推定における路面のひび割れの影響

福岡大学工学部 学○田原 貴宏 学 宮田 一博
 同上 正 大嶺 聖 正 吉田 信夫
 東亜道路工業(株) 正 出利葉 敦

1. はじめに

舗装の支持力を評価する手法として、非破壊試験であるFWDが用いられてきている。FWDで測定された路面の表面変位から舗装各層の弾性係数を推定することによって舗装構造物の健全度を推定することができる。しかし、従来の手法で路面にひび割れが発生している箇所適切に構造評価することができるのか検討する必要がある。本文では、路面のひび割れの影響を考慮した弾性係数の推定法について検討し、ひび割れを有する道路の実測たわみデータを用いて有限要素解析を行い、弾性係数の推定を行った結果について報告する。

2. FWDによるたわみ測定法の概略

FWDとは、路面上に載荷円板を置き、その上に重りを落下させて路面に5トン相当の衝撃荷重を加え、道路を振動させるものである。この振動を荷重直下と、その周辺に設置された7個の変位センサーによって計測し路面のたわみ形状を求めるものである。このたわみ曲線の形状より、各層の弾性係数を推定し舗装の支持力評価を行うものである。

3. 路面のひび割れの評価法

FWDたわみ測定により舗装各層の弾性係数を推定する場合、アスコン表面にひび割れのある場合においても、通常舗装の各層を等方性の材料であると考えて解析を行っている。しかしながら、図-1の舗装構成に示すように、アスコン層にひび割れが入った場合には、アスコン層の水平方向の弾性係数(E_H)は、鉛直方向の弾性係数(E_V)に比べて小さな値になる。また、このときの水平方向の弾性係数は、ひび割れ率によって変化すると考えられるため、実際のひび割れ状態を想定して水平方向と鉛直方向の弾性係数の比を決定する。ここでは、0.5mごとのます目に、2本程度の線状ひび割れが生じている状態(ひび割れ率100%)を仮定して図-2に示すメッシュを用いて有限要素解析を行った。解析では、平面ひずみ状態で片側の面に一様な変位が生じるように荷重を載荷して変位量を求め、水平方向の弾性係数を算定した。その結果、水平方向の弾性係数が鉛直方向の弾性係数の約2.5分の1という値が得られた。この値を用いて、異方性を有する舗装の有限要素解析を行うことにより、路面のひび割れの影響を考慮した舗装各層の弾性係数の推定が可能となる。

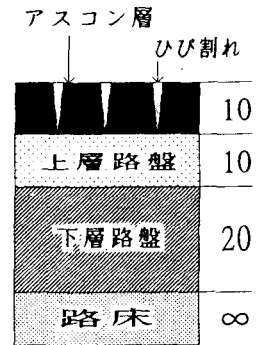


図-1 舗装構成

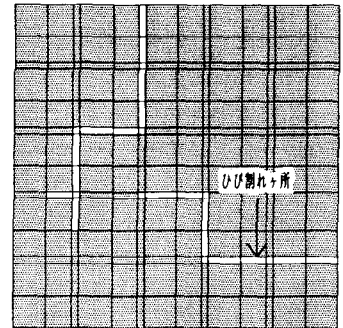


図-2 ひび割れの発生状況モデル

4. 解析結果及び考察

今回解析に用いた測定場所は、国道210号線庄内町上武宮地内であり、この路線内のひび割れを有する区間とひび割れの無い区間のデータを用いた。表-1にたわみの平均値、図-3にたわみ縦断面図を示す。

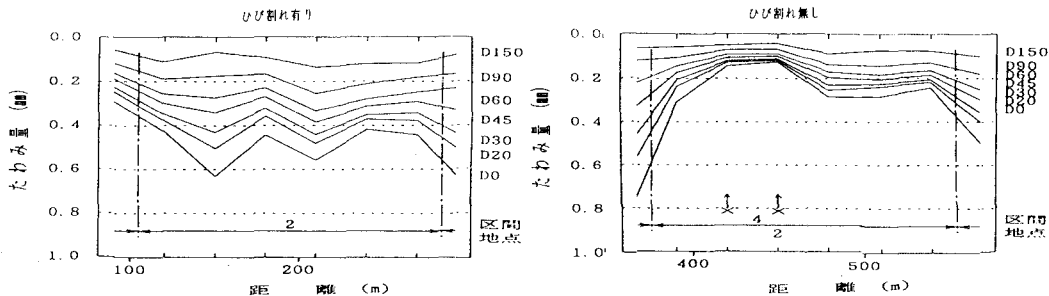


図-3 たわみ縦断面図

ひび割れを有する区間のたわみ曲線と、ひび割れの無い区間のたわみ曲線の形状がどのように異なるかを明確にするために、両者の曲線を図-4に示した。ひび割れの存在がたわみ曲線の形状およびたわみ量に大きな影響を与えていることがわかる。

FWDたわみ測定機で荷重を載荷する場合には軸対象条件であるが、ここでは2次元平面ひずみの有限要素法を用いているため、軸対象の多層弾性解析法の結果と一致させるために荷重を低減させて解析を行った。このときの低減率は26.1%である。

表-2は、ひび割れの無い区間と、ひび割れを有する区間の舗装各層の弾性係数を有限要素法によって、推定した結果を示している。ひび割れの無い区間は、等方弾性モデルのみであるが、ひび割れのある区間は、等方弾性モデルの場合とアスコン層を異方弾性モデル($E_H = E_V/2$)と考えた場合の2ケースの解析を行った。ひび割れを有するアスコン層の弾性係数は、異方性で考えた場合に50000から60000kg/cm²に1.2倍増えるところが、上層路盤の弾性係数に特に大きな違いが見られる。等方性の弾性係数が16000kg/cm²に対して、異方性の弾性係数は33000kg/cm²と約2倍になっている。また、アスコン層、下層路盤においても異方性の方が大きくなっているのがわかる。従って、舗装各層の弾性係数の推定においてひび割れを有する舗装を通常の等方弾性モデルで解析すると路盤の弾性係数を過小評価することになる。

5. まとめ

路面にひび割れのある道路の各層の弾性係数を推定するために、アスコン層の水平方向の弾性係数が鉛直方向の弾性係数より小さくなると考え、有限要素解析を行った。その結果、ひび割れを有する舗装を通常の等方弾性モデルで解析すると、路盤の弾性係数を過小評価することがわかった。

表-1 たわみの平均値

	荷重	たわみ (mm)						
		D ₀	D ₂₀	D ₃₀	D ₄₅	D ₆₀	D ₉₀	D ₁₅₀
ひび割れの有する区間	4897	0.487	0.411	0.373	0.316	0.271	0.197	0.107
ひび割れの無い区間	4962	0.280	0.237	0.218	0.190	0.166	0.129	0.073

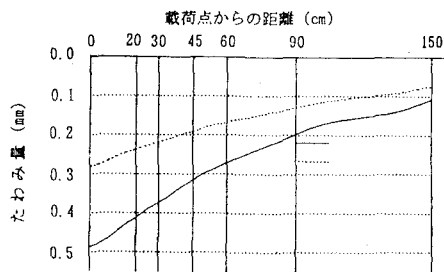


図-4 たわみ曲線図

表-2. 有限要素法による各舗装構成の弾性係数

舗装構成	ひび割れの無い区間	ひび割れを有する区間	
	等方性	等方性	異方性
アスコン層	50000	50000	60000
上層路盤	33000	16000	33000
下層路盤	7500	1550	1600
路床	1260	850	850

備考※各層の弾性係数の単位はkgf/cm²である